

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **2000-258647**  
 (43)Date of publication of application : **22.09.2000**

(51)Int.CI. **G02B 6/12**  
**G02B 6/293**

(21)Application number : **2000-056109** (71)Applicant : **LUCENT TECHNOL INC**  
 (22)Date of filing : **01.03.2000** (72)Inventor : **CHEN JERRY CHIA-YUNG**

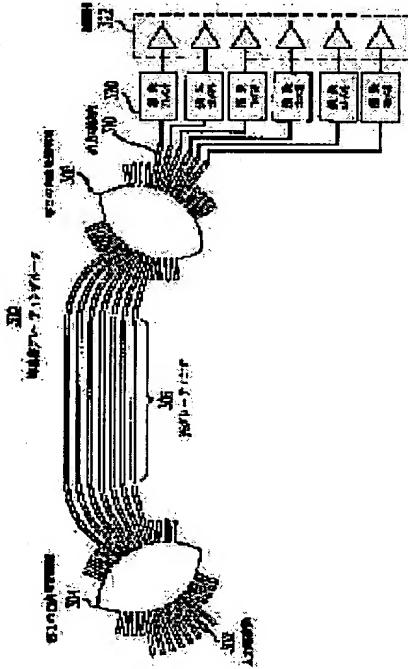
(30)Priority  
 Priority number : **99 260635** Priority date : **02.03.1999** Priority country : **US**

## **(54) WAVEGUIDE GRATING ROUTER AND METHOD FOR FORMING ITS PRESCRIBED SYNTHETIC OUTPUT SPECTRUM**

### **(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an effective means providing a waveguide grating router having a prescribed synthetic amplitude spectrum and to reduce complexity in a light wave system.

**SOLUTION:** In the waveguide grating router 300, a prescribed synthetic transmission spectrum output is obtained by removing the unbalance of a loss by using a variable loss element 320. The variable loss element 320 is introduced into the waveguide port of the waveguide grating router so that the loss of a transmitted signal becomes independent of wavelengths. The waveguide router 300 contains at least one input waveguide 302 and a plurality of output waveguides 310. The variable loss element 320 is introduced into the prescribed group of the output waveguides 310 for generating the prescribed synthetic amplitude spectrum of an output signal.



### **LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] **08.06.2001**

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of

[rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2000-258647  
(P2000-258647A)

(43)公開日 平成12年9月22日(2000.9.22)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 2 B 6/12  
6/293

識別記号

F I

G 0 2 B 6/12  
6/28

テーマコード\*(参考)

F  
D

審査請求 未請求 請求項の数21 OL (全 8 頁)

(21)出願番号 特願2000-56109(P2000-56109)  
(22)出願日 平成12年3月1日(2000.3.1)  
(31)優先権主張番号 09/260635  
(32)優先日 平成11年3月2日(1999.3.2)  
(33)優先権主張国 米国(US)

(71)出願人 596077259  
ルーセント テクノロジーズ インコーポ  
レイテッド  
Lucent Technologies  
Inc.  
アメリカ合衆国 07974 ニュージャージ  
ー、マレーヒル、マウンテン アベニュー  
600-700  
(74)代理人 100081053  
弁理士 三俣 弘文

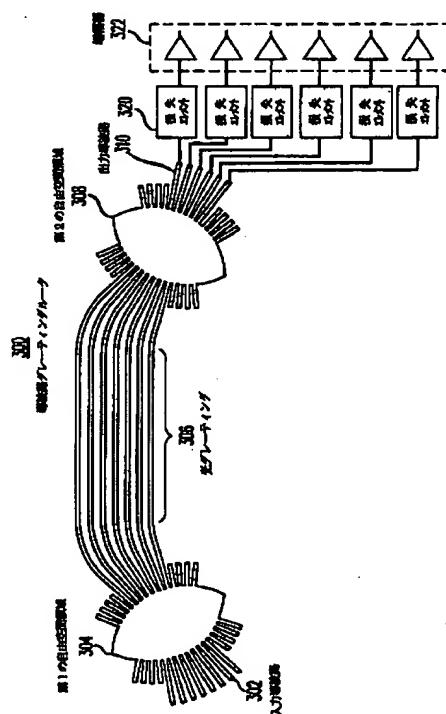
最終頁に続く

(54)【発明の名称】導波路グレーティングルータおよびその所定の合成出力スペクトルを形成する方法

(57)【要約】

【課題】 所定の合成振幅スペクトルを有する導波路グ  
レーティングルータを提供するより有効な手段を提供  
し、光波システムの複雑さを低減する。

【解決手段】 導波路グレーティングルータ(300)  
において、所定の合成伝達スペクトル出力が、可変損失  
エレメント(320)を使用することにより損失の不平  
衡を除去することにより得られる。可変損失エレメント  
は、送信される信号の損失が波長に無関係になるよう  
に、導波路グレーティングルータの導波路ポートに導入  
される。導波路グレーティングルータは、少なくとも1  
つの入力導波路(302)と複数の出力導波路(310)  
を含む。可変損失エレメントは、出力信号の所定の  
合成振幅スペクトルを作るために、出力導波路の所定の  
グループに導入される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の入力導波路と、  
前記複数の入力導波路に接続された第1の自由空間領域  
と、  
複数の長さが等しくない導波路を含む前記第1の自由空  
間領域に接続された光グレーティングと、  
前記光グレーティングに接続された第2の自由空間領域  
と、  
前記第2の自由空間領域に接続された複数の出力導波路  
とを有する導波路グレーティングルータにおいて、  
前記複数の出力導波路うちの選択されたものが、入力信  
号が前記複数の入力導波路に与えられたときに、前記複  
数の出力導波路が所定の合成振幅スペクトルを示す出力  
信号を提供するように、出力信号に出力損失を導入する  
ための手段を含むことを特徴とする導波路グレーティン  
グルータ。

【請求項 2】 前記複数の入力導波路のうちの選択され  
たものは、前記入力信号が前記複数の入力導波路に与え  
られたときに、前記複数の出力導波路が所定の合成振幅  
スペクトルを示す出力信号を提供するように、入力信号  
に入力損失を導入するための手段をさらに含むことを特  
徴とする請求項1記載の導波路グレーティングルータ。

【請求項 3】 前記出力損失を導入するための手段のう  
ちの少なくとも1つが指向性カプラであることを特徴と  
する請求項1記載の導波路グレーティングルータ。

【請求項 4】 前記出力損失を導入するための手段のう  
ちの少なくとも1つが波長選択性フィルタであることを  
特徴とする請求項1記載の導波路グレーティングル  
ータ。

【請求項 5】 前記出力損失を導入するための手段のう  
ちの少なくとも1つがYブランチスプリッタであること  
を特徴とする請求項1記載の導波路グレーティングル  
ータ。

【請求項 6】 前記出力損失を導入するための手段のう  
ちの少なくとも1つが、前記複数の出力導波路の第1の  
選択されたものと第2の選択されたものとの間の断面  
の違いであることを特徴とする請求項1記載の導波路グ  
レーティングルータ。

【請求項 7】 前記入力損失を導入するための手段のう  
ちの少なくとも1つが、指向性カプラであることを特徴と  
する請求項2記載の導波路グレーティングルータ。

【請求項 8】 前記入力損失を導入するための手段のう  
ちの少なくとも1つが波長選択性フィルタであることを  
特徴とする請求項2記載の導波路グレーティングル  
ータ。

【請求項 9】 前記入力損失を導入するための手段のう  
ちの少なくとも1つがYブランチスプリッタであること  
を特徴とする請求項2記載の導波路グレーティングル  
ータ。

【請求項 10】 前記入力損失を導入するための手段の

うちの少なくとも1つが、前記複数の入力導波路の第1  
の選択されたものと第2の選択されたものとの間の断面  
の違いであることを特徴とする請求項2記載の導波路グ  
レーティングルータ。

【請求項 11】 前記入力損失を導入するための手段お  
よび出力損失を導入するための手段の両方のうちの少な  
くとも1つが、前記複数の入力導波路のうちの第1の選  
択されたものと前記複数の出力導波路のうちの第1の選  
択されたものとの間の断面の違いであることを特徴とす  
る請求項2記載の導波路グレーティングルータ。

【請求項 12】 前記断面の違いは、次式で定義され、  
 $T_{i,k} = \iint f_i(x, y) f_k(x, y) dx dy$   
 $f_i$ および $f_k$ は複数の入力導波路の第1の選択されたも  
のと前記複数の出力導波路のうちの第1の選択されたも  
のの断面におけるそれぞれの放射フィールドであり、 $x$   
および $y$ は断面における空間的座標であることを特徴と  
する請求項11記載の導波路グレーティングルータ。

【請求項 13】 前記複数の出力導波路のうちの第1の  
選択されたものと第2の選択されたものとの間の断面の  
違いが幅の特性であることを特徴とする請求項6記載の  
導波路グレーティングルータ。

【請求項 14】 前記所定の合成振幅スペクトルが均一  
であることを特徴とする請求項2記載の導波路グレーテ  
ィングルータ。

【請求項 15】 前記入力損失を導入するための手段お  
よび前記出力損失を導入するための手段の両方が、それ  
ぞれ可変入力損失を導入するための手段および可変出力  
損失を導入するための手段であることを特徴とする請求  
項14記載の導波路グレーティングルータ。

30 【請求項 16】 前記入力信号の振幅を実質的に等化す  
るために前記所定の合成振幅スペクトルを増幅するため  
の増幅エレメントをさらに含むことを特徴とする請求項  
15記載の導波路グレーティングルータ。

【請求項 17】 前記導波路グレーティングルータが、  
 $1 \times N$ スプリッタ、 $N \times 1$ スプリッタ、光スイッチ、マ  
ルチプレクサ、デマルチプレクサ、検出器、 $a d d / d  
r o p$ フィルタ、および $N \times N$ アレイからなるグループ  
から選択されたものであることを特徴とする請求項16  
記載の導波路グレーティングルータ。

40 【請求項 18】 第1および第2の自由空間領域と、前  
記第1および第2の自由空間領域間に配置された光グレ  
ーティングとを有し、前記光グレーティングは複数の長  
さが等しくない導波路を含む導波路グレーティングル  
ータにおいて、前記第1の自由空間領域に接続されて少な  
くとも1つの入力信号を受信する少なくとも1つの入力  
導波路と、前記第2の自由空間領域に接続されて複数の  
出力信号を送信する複数の出力導波路と、入力信号が前  
記少なくとも1つの入力導波路に与えられたときに、前  
記出力導波路が所定の合成振幅スペクトルを示す出力信  
号を提供するように、前記複数の出力導波路の所定のグ

ループに出力損失を導入するための手段とを有することを特徴とする導波路グレーティングルータ。

【請求項19】 入力信号が前記少なくとも1つの入力導波路に与えられたときに、前記出力導波路は、所定の合成振幅スペクトルを示す出力信号を提供するように、前記少なくとも1つの入力導波路の所定のグループに入力損失を導入するための手段をさらに含むことを特徴とする請求項18記載の導波路グレーティングルータ。

【請求項20】 第1および第2の自由空間領域と、前記第1および第2の自由空間領域間に結合された複数の長さが等しくない導波路を含む光グレーティングと、前記第1の自由空間領域に結合された複数の入力導波路と、前記第2の自由空間領域に結合された複数の出力導波路とを備えた導波路グレーティングルータの所定の合成出力スペクトルを形成する方法において、前記出力導波路の少なくとも1つに与えられる信号に損失を導入するための第1の手段を備えた前記複数の出力導波路のうちの少なくとも1つを構成するステップと、前記導波路グレーティングルータの所定の合成振幅出力スペクトルを提供するために、第1の損失を導入する手段において損失を変化させるステップとを有することを特徴とする方法。

【請求項21】 少なくとも1つの入力導波路に与えられる信号に損失を導入する第2の手段を備えた前記複数の入力導波路のうちの少なくとも1つを構成するステップをさらに含み、

前記変化させるステップは、前記導波路グレーティングルータの所定の合成振幅出力スペクトルを提供するために、前記第1の損失を導入する手段および前記第2の損失を導入する手段の両方において損失を変化させるステップを含むことを特徴とする請求項20記載の方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光デバイスに係り、特に、導波路グレーティングルータに関する。

##### 【0002】

【従来の技術】 通常の光波システムにおける導波路グレーティングルータは、光スイッチ、マルチプレクサ、デマルチプレクサ、検出器、add/dropフィルタ、 $1 \times N$ スプリッタ、 $N \times 1$ スプリッタ、および $N \times N$ アレイとして使用される。典型的には、そのような導波路グレーティングルータは、スターカプラの入力と通信する複数の近接して配置された入力導波路を有する相互接続装置を含む。スターカプラの出力は、グレーティング導波路の各々が、その最も近い導波路と所定の固定量だけ長さが異なる一連の光導波路を含む光グレーティングと通信する。

【0003】 光グレーティングは、その出力がスイッチング装置、マルチプレクシング装置、およびデマルチプレクシング装置の出力を形成する第2のスターカプラの

入力にもさらに接続されている。導波路グレーティングルータは、しばしば「周波数ルーティングデバイス」とも呼ばれ、米国特許第5,002,350号(1991年3月26日発行)、C. Dragone, "Optical Multiplexer/Demultiplexer" (以下 "ドラゴン1"と称する)および米国特許第5,136,671号(1992年8月4日発行)、C. Dragone, "Optical Switch, Multiplexer, and Demultiplexer" (以下 "ドラゴン2"と称する)に詳細に説明されている。

10 【0004】 これらの導波路グレーティングルータの既知の特性は、多くの波長または周波数を含みうる出力信号の各々に対する所定の合成振幅スペクトルを十分に提供しないことである。むしろ、これらのルータは、内側導波路中の信号よりも多く外側導波路中の信号を減衰させる傾向にある。したがって、導波路中の波長スペクトルにおけるルータの振幅応答は、不均一である。

【0005】 均一な合成振幅スペクトルを有する導波路グレーティングルータを設計する試みが成されてきたが、従来技術による設計は、均一な出力スペクトルのよう

20 な所定の合成振幅スペクトルを得ることに不十分であり、そのような設計は、過酷な損失を受けることが分かった。例えば、「ループバック」光パスを導波路グレーティングルータと共に使用する1つの方法がある。「ループバック」光パス接続は、出力信号フィードバックからの所定の入力ポートへの接続であり、これは、Osamu Ishida著の論文 "Loss Imbalance Equalization of Arrayed Waveguide Grating Add-Drop Multiplexer", Electronics Letters, Vol. 30, No. 14, July 7, 1994に示されている。しかし、この方法は、導波路ルータ中の損失を等化するために有効ではなかった。

【0006】 均一の出力スペクトルを得るために使用される別の方法は、隣接するルータ間のポート接続をシフトすることにより、カスケード接続されたルータにおいて導波路グレーティングルータを平均化する。これは、Osamu Ishida等による論文 "Loss Imbalance Equalization in Arrayed Waveguide Grating (AWG) Multiplexer Cascades", Journal of Lightwave Technology, Vol. 13, No. 6, June 1995に開示されている。しかし、そのようなシステムは、ルータをカスケード接続することによる過酷な損失を受ける。

40 【0007】 さらなるチャネル均一性を得るために別の方法が、J.C. ChenおよびC. Dragoneによる論文 "Waveguide Grating Router with Greater Channel Uniformity", Electronics Letters, Vol. 33, No. 23, pp. 195-196, November 6, 1997に示されている。ここに開示されている方法は、導波路グレーティングルータにおいて隣接するグレーティングアーム間で補助的な導波路を使用する。そのようなシステムは損失を追加しないが、均一な出力スペクトルのような所定の合成振幅スペクトルを提供しない。具体的には、補助的な導波路は、導波路

グレーティングルータ中のスターカプラの放射パターンを形成し、チャネル不均一性を低減することを単純に助ける。

#### 【0008】

【発明が解決しようとする課題】したがって、所定の合成振幅スペクトルを有する導波路グレーティングルータを提供するより有効な手段を提供し、光波システムの複雑さを低減する必要性がある。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の原理により、所定の合成振幅スペクトルを有する導波路グレーティングルータが、導波路グレーティングルータの導波路に損失を導入することにより得られる。望ましい所定の合成振幅スペクトルが均一な振幅スペクトルである場合、この同じ損失が、全ての出力信号中の利得不均一性の完全な除去により損失等化を生成しうる。しかし、本発明は、平坦な振幅スペクトルの生成に限定されない。例えば、所定の合成振幅スペクトルは、サイン波状、三角形状、階段状の個別的、スロープ状、ログ関数状等であり得る。

【0010】本発明の一側面によれば、導波路グレーティングルータは、少なくとも1つの入力導波路および複数の出力導波路を含むように提供される。可変損失エレメントが、出力信号の所定の合成振幅スペクトルを作るために、出力導波路の所定のグループに導入される。

【0011】本発明の別の側面によれば、導波路グレーティングルータは、複数の入力導波路および複数の出力導波路を含むように提供される。可変損失エレメントは、所定の合成振幅スペクトルを示す出力信号を得るために、入力および出力の両方の導波路の所定のグループに導入される。両方のタイプの導波路グレーティングルータにおいて、出力導波路の断面に対して入力導波路の断面を変化させることを含む様々な方法で損失が導入されうる。

#### 【0012】

【発明の実施の形態】本発明のよりよい理解のためおよび従来技術との違いの理解のために、従来技術による導波路グレーティングルータの簡単な説明をする。上述したように、導波路グレーティングルータは、周波数ルーティングデバイスとしても知られている。後者の用語は、ルータを通って異なるパスをとる異なる周波数における光の動きを示す。以下の説明において、「周波数」および「波長」の用語は、ルータの動作に対して使用する場合、交換可能に使用されうる。

【0013】図1は、複数の入力導波路 $102_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, N$ 、第1の自由空間領域 $104$ および第2の自由空間領域 $108$ 、光グレーティング $106$ 、および複数の出力導波路 $110_k$ ,  $k = 1, 2, \dots, N$ を含む従来技術による導波路グレーティングルータ $100$ を示す。図示されているように、複数の入力導波路 $10$

$2_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, N$ は、自由空間領域 $104$ に接続されている。複数の出力導波路 $110_k$ ,  $k = 1, 2, \dots, N$ は、光グレーティング $106$ に結合された自由空間領域 $108$ から延びている。

【0014】光グレーティング $106$ は、複数の入力導波路 $102_i$ に対応する所定量のパス長の差を提供する複数の不均等調導波路を含む。動作において、振幅 $A$ の信号が、入力導波路 $102_i$ のうちの1つ、例えば入力導波路 $102_1$ に与えられる場合、振幅 $A T_{11}, A$

$T_{12}, \dots, A T_{1N}$ の信号が出力導波路 $110_k$ において生成される。ここで、 $T_{ik}$ は、入力導波路 $102_1$ および複数の出力導波路 $110_k$ に対する伝送係数の値である。

【0015】図2に示されているように、導波路グレーティングルータの複数の出力導波路 $110_k$ からの出力信号は、ガウス分布振幅スペクトルを形成する。図2において、波長の関数としての出力信号の合成振幅スペクトルが示されており、ルーティングデバイスに対する対応する伝送係数 $T_{ik}$ が示されている。ルーティングデバイスのくびれおよび動作の詳細が、Dragone 1, Dragone 2, および米国特許第5, 243, 672号(1993年9月7日発行) "Planar Waveguide Having Optimized Bend" (以下、Dragone 3と称する) に詳細に説明されている。

【0016】図3は、本発明の一実施形態による導波路グレーティングルータ $300$ を示す。導波路グレーティングルータ $300$ は、図1の全ての構成要素を含み、複数の入力導波路 $302$ 、第1の自由空間領域 $304$ 、光グレーティング $306$ 、第2の自由空間領域 $308$ 、および複数の出力導波路 $310$ を含む。しかし、従来技術と異なり、導波路グレーティングルータ $300$ は、複数の可変損失エレメント $320$ も含む。

【0017】複数の可変損失エレメント $320$ は、所定のセットの出力導波路 $310$ に光学的に結合されており、出力信号中に所定の合成振幅スペクトルを生成する。図示しないが、代替的に、可変損失エレメント $320$ は、出力導波路 $310$ の代わりに、所定のセットの入力導波路 $302$ に光学的に結合することができ、出力信号中に、所定の合成振幅スペクトルを生成する。可変損失は、各導波路からの出力信号の形状が互いに無関係にことができる。

【0018】機能的に、図3の導波路グレーティングルータは、入力導波路 $302$ のうちの所定の1つを介して多波長入力信号を宛てる。ここで入力信号は、波長 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ を有する多重化された信号である。入力信号は、ルータの出力導波路 $302$ のうちの所定の1つに宛てられる成分波長の各々を有する成分波長に分離される。

【0019】具体的には、入力信号は、第1の自由空間領域 $304$ を介して光グレーティング $306$ に送信され

る。光グレーティング306内において、固定量だけ分離された各導波路の異なる長さおよび曲率のために、光グレーティング306は、各導波路を通して送信される各信号を位相シフトする。最終的に、他波長信号は、ルータにより宛てられて、それぞれが元の入力信号の1つの波長成分を示す多数の出力信号に分離される。

【0020】可変損失エレメント320は、各出力信号に所定量の損失を与え望ましい所定の合成振幅スペクトルを得る。任意的に、図3に示されているように、増幅器322が、複数の出力導波路に光学的に結合することができ、損失が加えられた後の出力信号を増幅する。増幅器322は、これらの出力信号を受信しつつ増幅する。特定のパワーレベルが必要とされる場合、増幅が望ましい。

【0021】均一振幅スペクトルが示されている図3および図4を同時に参照する。図3の損失エレメント320は、そのような均一な合成振幅スペクトルを生成する出力信号を変更するように構成されうる。例えば、図2に示されているようなガウス分布振幅スペクトルを示す $1 \times N$ 導波路グレーティングルータが望ましい場合、中央に最も近い出力導波路に最大の損失が誘導され、かつ最も外側の導波に向かって進む各々の隣接するポート導波路においてより小さな損失が導入される。

【0022】損失は、様々な方法で導入されうる。1つの方法は、入力導波路の断面積に対する出力導波路の断面積を変化させることである。これは、例えば導波路幅、高さ、断面形状、位置、および傾き角を変化させることにより具現化されうる。また、出力導波路の各接続をオフセットすること、例えば、ルーティングデバイスにリンクする光ファイバと残りの多波長光波システムとの中心のオフセットまたは意図的な不正列は、同じ効果を生じる。同じ出力導波路の異なる区分において異なる段面積を有する出力導波路により、損失が導入されうる。例えば、図5において、出力導波路510は、自由空間領域508の近くで大きな断面積を有し、反対側の端部で小さな断面積を有することができる。

【0023】損失を導入する他の方法も利用可能である。例えば、ダミーの導波路に光をサイホニングすることにより損失が導入されうる。そのようなダミーの導波路は、短波長信号の一部がダミー導波路に結合されるように出力導波路近くに配置されうる。これは、指向性カプラまたはYプランチスプリッタ/タップで達成されうる。損失を導入するさらに他の方法は、非対称マッハゼンダー(Mach Zehnder)干渉系のような波長選択性フィルタまたはロングピリオド、ブラッグおよび/またはチャードのようなグレーティングにより損失を導入することである。

【0024】また、統合された損失は、各出力導波路上に電極を配置することにより可変にすることができる。そして、適切な信号で各電極を電気的にアドレスすること

により、屈折率変化により、損失が可変に調節されうる。任意的に、光ファイバに対してエルビウムのような希土類ドーパントに類似するドーパントを含めることは、損失エレメントが半導体デバイスである場合に、損失を調節するために有用であり得る。

【0025】本発明の一側面が、均一の振幅スペクトルを生成する図5中の導波路グレーティングルータの実施形態により示されている。そこに示された導波路グレーティングルータ500は、複数の入力導波路502、第10第1の自由空間領域504、光グレーティング506、第2の自由空間領域508、および複数の出力導波路510-518を含む。出力導波路510-518は、入力導波路502の断面幅とその断面幅が異なるように設計される。

【0026】出力導波路の異なる断面幅のために、損失が生じる。均一な振幅スペクトルを示す出力信号を生成するために、中心の導波路に最大の損失が導入され、したがって各隣接する導波路においてより小さな損失が導入される。例えば、図5において、導波路グレーティングルータ500は、図示されているように、中心導波路514および隣接導波路512および516を有する複数の出力導波路510-518を含む。

【0027】中心導波路514は、 $\alpha$ の幅を有し、隣接導波路512および516は、 $\delta$ の幅を有し、導波路510および518は、 $\eta$ の幅を有し、ここで、 $\alpha > \delta > \eta$ である。各座標は、ルータの出力信号が均一の振幅スペクトルを示すように調節される。したがって、中心導波路514は、最大の断面幅を有する。次に、中心導波路に隣接する導波路512および516は、導波路51304よりも断面積が小さく、導波路510および518は、導波路512および516よりも断面積は小さい。これらの出力信号は、各出力導波路の断面幅に比例する損失を受け、したがって均一の振幅スペクトルが得られる。

【0028】上述したように、出力導波路の断面積に対する入力導波路の断面積を変化させることにより損失が導入され得る。入力導波路および出力導波路の断面幅を相互の関係で変化させることは、フィールドの違いを生じ、したがって比例的な放射損失を生じる。数学的に、40入力導波路、例えば図6中の $702_i$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, N$ と出力導波路、例えば図6中の $730_k$ ,  $k = 1, 2, 3, \dots, N$ におけるフィールド間の重複部分に依存する。

【0029】導波路間の伝達係数、例えば $i$ および $k$ としても知られる重複部分は、次式で表される。  

$$T_{i,k} = \iint f_i(x, y) f_k(x, y) dx dy$$
 ここで、 $f_i$ および $f_k$ は、入力導波路 $i$ および出力導波路 $k$ の断面における放射フィールドであり、 $x$ および $y$ は、断面における空間座標である。したがって、一致または重複が良好であると、そこにおける損失が低くな

る。

【0030】通常、2つの導波路間のフィールドは、放射フィールドおよび導波モードの組合せであり、その数、範囲、形状、特徴などは、導波路のサイズ、形状および係数に依存する。この重複部分は、傾き角および空間的位置の相対的な差も示すことができる。したがって、本発明によれば、望ましい所定の合成振幅スペクトルを作るために、出力導波路に導入される損失エレメントとの関係で、損失エレメントを入力導波路に導入することができる。

【0031】 $N \times N$ 導波路グレーティングルータの伝達係数  $T_{ik}$  は  $N \times N$  行列を形成するので、望ましい所定の合成振幅スペクトルを作るために、所望の損失を導入するために説明されなければならない  $N^2$  独立値がある。しかし、伝達係数  $T_{ik}$  値は独立であるので、導波路に対する  $2N$  の調節のみを使用することにより、これらの係数は、均一な合成振幅スペクトルを得るために修正または等化されうる。

【0032】 $2N$  個の放射フィールド（または導波路中の  $2N$  個の断面幅）を選ぶことにより、 $N^2$  個の伝達係数が、全ての放射フィールドが独特ではなく、全ての伝達係数が独特ではないので、満足されうる。望ましくは、 $N^2$  個の可能な伝達係数  $T_{ik}$  を有する  $N \times N$  導波路グレーティングルータの完全な等化は、図 6 に示されているように、導波路に対する  $2(N-2)$  個の調節で達成されうる。

【0033】図 6 に示されているように、 $N$  個の入力導波路および  $N$  個の出力導波路を有する  $N \times N$  導波路グレーティングルータ 700 の一実施形態が示されている。導波路グレーティングルータは、複数の入力導波路 70<sub>i</sub>、第 1 の自由空間領域 704、光グレーティング 706、第 2 の自由空間領域 708、および複数の出力導波路 730<sub>k</sub> を含む。複数の多波長信号が、複数の入力導波路 702 により受信される。これらの信号は、第 1 の自由空間領域 704 において結合される。

【0034】そこで各導波路が固定量だけ分離される光グレーティング 706 中の各導波路の長さおよび曲率が異なっていることにより、光グレーティング 706 は、各出力導波路を通して送信される各信号を位相シフトする。最終的に、複数の入力導波路により受信される他波長信号は、ルータを通して送信され、それぞれが受信された信号の特定の波長成分を有する複数の出力信号に分離される。

【0035】複数の入力導波路 702<sub>i</sub> の断面幅が複数の出力導波路 730<sub>k</sub> の導波路幅と異なるので、均一な振幅スペクトルが得られるように、信号が損失を受け

る。入力導波路 702<sub>i</sub> の幅は、中心の入力導波路が最大の損失を受け、したがって隣接する導波路の各々がより小さい損失を受けるように設定されている。複数の出力導波路 730<sub>k</sub> の幅は、中心の出力導波路が最小の損失を受け、隣接する導波路の各々がより大きい損失を受けるように設定されている。

【0036】上述した例示的な実施形態は、以上の説明を考慮すれば当業者にとって明らかである本発明の数多くの実施形態のうちの 1 つである。したがって、この説明は、例示のためのみ、および当業者が本発明の最適な実施形態を実施できるようにする目的のものとして解釈されるべきである。様々な他の代替的な実施形態が、本発明の教示から離れることなしに当業者により考案され得る。

### 【0037】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、所定の合成振幅スペクトルを有する導波路グレーティングルータを提供するより有効な手段を提供し、光波システムの複雑さを低減することができる。

### 20. 【図面の簡単な説明】

【図 1】従来技術による導波路グレーティングルータを示すブロック図。

【図 2】特定の波長における図 1 に示された導波路グレーティングルータの様々な導波路からの信号の出力の送信されるパワーの合成振幅スペクトルのグラフである。

【図 3】損失等化を備えた  $N \times N$  導波路グレーティングルータの一実施形態を示すブロック図。

【図 4】特定の波長における図 3 に示された導波路グレーティングルータの様々な導波路からの信号の出力の送信されるパワーのグラフである。

【図 5】損失等化を備えた  $N \times N$  ルータの例示的な実施形態を示す図。

【図 6】損失等化を備えた  $N \times N$  ルータの別の例示的な実施形態を示す図。

### 【符号の説明】

300, 500, 700 導波路グレーティングルータ  
302, 502, 702 入力導波路  
304, 504, 704 第 1 の自由空間領域  
306 光グレーティング

40 308, 508, 708 第 2 の自由空間領域  
310, 510, 518 出力導波路

320 損失エレメント

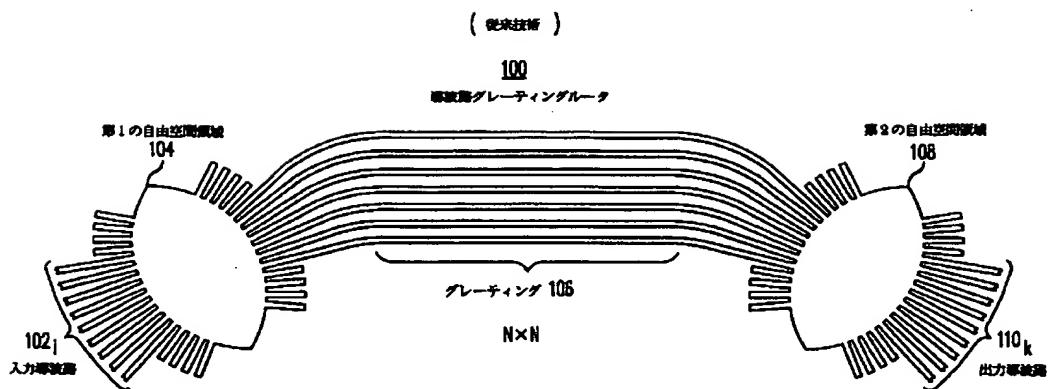
322 増幅器

506, 706 グレーティング

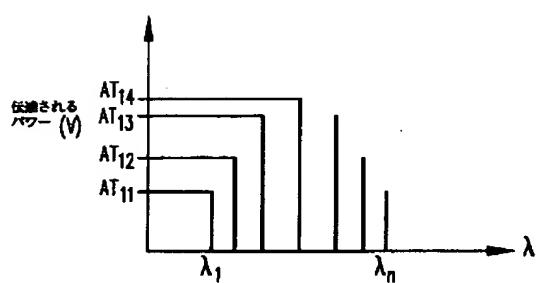
512, 516 隣接する導波路

514 中央の導波路

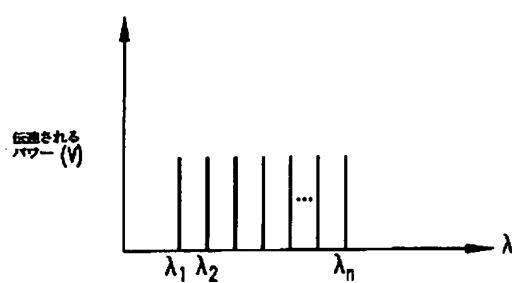
【図1】



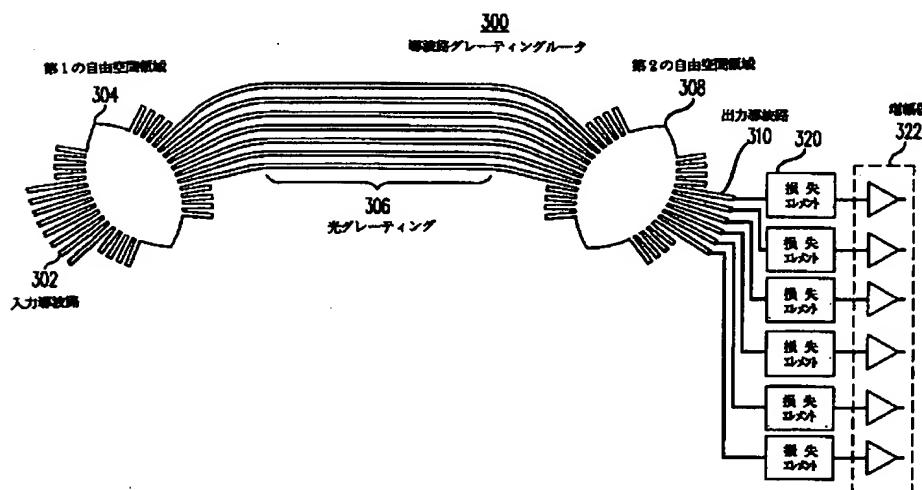
【図2】



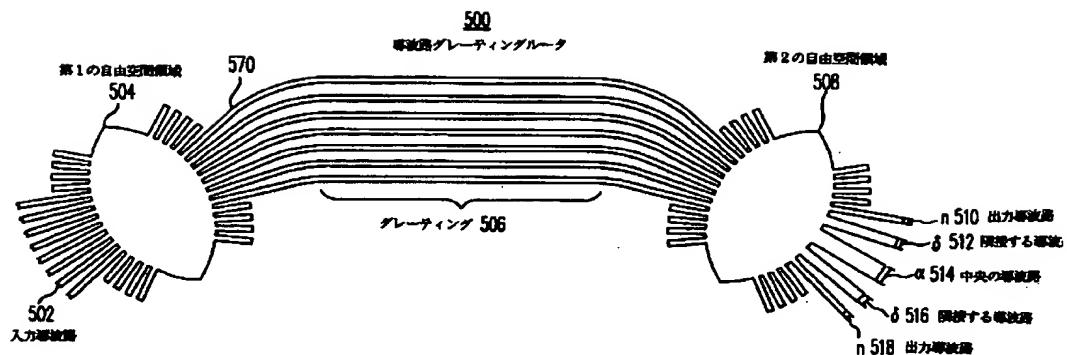
【図4】



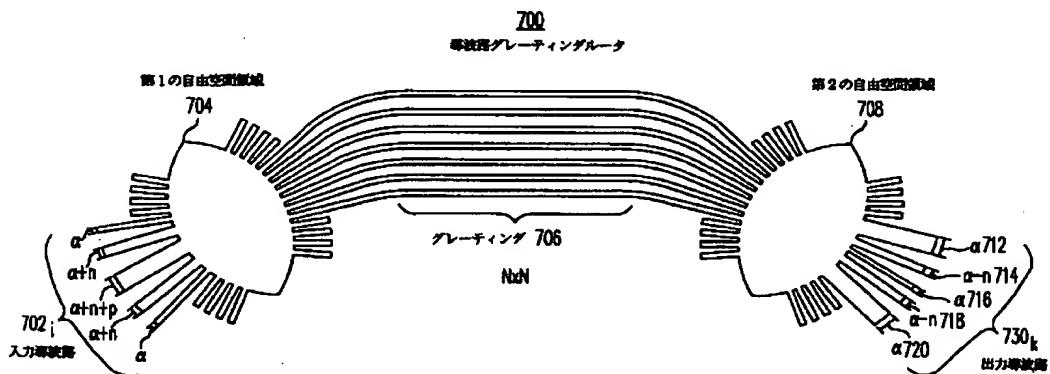
【図3】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(71) 出願人 596077259

600 Mountain Avenue,  
Murray Hill, New Je-  
rsey 07974-0636U. S. A.

(72) 発明者 ジェリー チャーユン チエン

アメリカ合衆国、02476 マサチューセッ  
ツ、アーリントン、ライダー ストリート  
9、アパートメント 9